

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-275322

(43)公開日 平成5年(1993)10月22日

(51)Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027				
H 0 1 J 37/06	A			
37/28	Z			
		8831-4M	H 0 1 L 21/ 30	3 4 1 B
		8831-4M		3 4 1 W
審査請求 未請求 請求項の数 5 (全 9 頁) 最終頁に続く				

(21)出願番号 特願平4-189281

(22)出願日 平成4年(1992)7月16日

(31)優先権主張番号 特願平4-16270

(32)優先日 平4(1992)1月31日

(33)優先権主張国 日本(JP)

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72)発明者 本荘 一郎

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74)代理人 弁理士 井桁 貞一

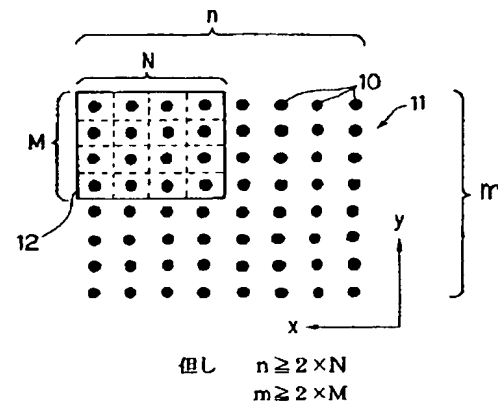
(54)【発明の名称】 電子ビーム装置

(57)【要約】 (修正有)

【目的】電子エミッタ部の数を適正化して、その動作不良に伴う照射領域の欠陥発生を回避する。また、必要最小限度の部品交換で電子エミッタ部の故障に対応でき、維持コストを削減する。

【構成】多数個の電子エミッタ部10をマトリクス状 $n \times m$ に配列してマルチ電子ビーム発生源11を構成し、それに対向して配置された試料の照射領域12(大きさ $N \times M$)を、マルチ電子ビームで分担して照射する装置において、 n 及び m は前記 N 及び M の少なくともそれぞれ2倍以上に相当する値である。また、前記マルチ電子ビーム発生源を、少なくとも電子エミッタ部を含む第1構造部と、電子エミッタ部からの電子ビームを収束および偏向操作する $N \times M$ 個の鏡筒部を含む第2構造部とに2分し、且つ、第1および第2構造部の相対的な位置関係を変更可能に構成する。

請求項1および請求項2の発明の原理図



10:電子エミッタ部

11:マルチ電子ビーム発生源

12:照射領域

【特許請求の範囲】

【請求項1】多数個の電子エミッタ部をマトリクス状に配列してマルチ電子ビーム発生源を構成し、該マルチ電子ビーム発生源に対向して配置された試料の照射領域を、前記電子エミッタ部からのそれぞれの電子ビームで分担して照射する電子ビーム装置において、前記照射領域の大きさを $N \times M$ とすると、前記マルチ電子ビーム発生源を構成する電子エミッタ部の数が $n \times m$ であり、

n 及び m は前記 N 及び M の少なくともそれぞれ2倍以上に相当する値であることを特徴とする電子ビーム装置。

【請求項2】前記照射領域の大きさを $N \times M$ とすると、

前記マルチ電子ビーム発生源を構成する電子エミッタ部の数が $A \times M'$ であり、

A は少なくとも2ないし2以上の数であって、且つ、 M' は前記 M と同数か又は M の整数倍の数であることを特徴とする請求項1記載の電子ビーム装置。

【請求項3】前記マルチ電子ビーム発生源を、少なくとも電子エミッタ部を含む第1構造部と、電子エミッタ部からの電子ビームを収束および偏向操作する $N \times M$ 個の鏡筒部を含む第2構造部とに2分し、且つ、第1および第2構造部の相対的な位置関係を変更可能に構成したことを特徴とする請求項1または2記載の電子ビーム装置。

【請求項4】試料を載置する XY ステージ上の任意位置に、請求項1または2記載の照射領域と同程度の面積を持つ基準参照面を設け、

該基準参照面からの反射電子または2次電子を検出する検出器の出力に基づいて、前記第1構造部と第2構造部の位置関係を調節することを特徴とする請求項3記載の電子ビーム装置。

【請求項5】試料を載置する XY ステージ上の任意位置に、反射電子または2次電子の発生効率の異なる2種類の材料からなる基準パターンを設け、

該基準パターンからの反射電子または2次電子を検出する検出器の出力に基づいて、前記第2構造部における収束量および偏向量を調節することを特徴とする請求項3記載の電子ビーム装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、電子ビーム装置、特に、多数のマイクロエミッタ（微小電界放出陰極とも言う）を平面状に配列してそれぞれのマイクロエミッタからの放射電子を、例えば半導体に照射したりフラットパネルディスプレイの発光面に照射したりする微小電界放出陰極アレイ、例えばスピント型冷陰極と呼ばれる面電子源（以下、マルチ電子ビーム発生源）を備えた電子ビーム装置に関し、不良のマイクロエミッタを含むアレイの救済技術に関する。

【0002】

【従来の技術】近時、超 LSI の微細回路パターンの作成やその検査に、先鋭な電子ビームを利用する電子ビーム描画装置や電子ビーム検査装置などの電子ビーム装置が使用されている。例えば、電子ビーム描画装置は、任意の露光データに基づいて偏向電圧を生成し、この偏向電圧を偏向器に与えることによって、電子ビームを自在に偏向走査しながら、あたかも1本の筆によってパターンを描くようにして試料（チップ）表面に任意パターンを形成する。

【0003】ところで、こうした既存の装置では、1本の電子ビームを使用するために描画に多大な時間を要し、また、大きな面積を描画しようとする、走査領域を逐次に移動しながら描画処理を繰り返すといったいわゆるステップアンドレピートを行う必要があり、スループットの面で満足のいくものではなかった。こうした欠点を補う装置として、多数の微細電極をマトリクス状に配列したマルチ電子ビーム発生源を備える電子ビーム装置（以下、従来装置）が注目されている。

【0004】図9はそのマルチ電子ビーム発生源の要部断面図である。基板1には、先端が鋭く尖った微細電極2aと該微細電極2aの先端部を取り囲むようにして配置されたゲート2bとをベアにした多数の電子エミッタ部2が形成されており、それぞれの電子エミッタ部2から引き出された多数本の電子ビーム3が、収束電極や偏向電極4等を通じた後、試料5の表面に同時に照射されるようになっている。

【0005】また、各電子ビーム3の出口付近には、試料5からの反射電子または2次電子（以下、反射電子で代表）を検出するための検出器6が取り付けられており、各検出器6からの信号に基づいて電子ビーム3ごとの照射領域の状態を観測できるようになっている。この装置では、多数本の電子ビーム3を同時に照射して大きな領域を一度に処理できるので、スループットを格段に向上することができる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、かかる従来のマルチ電子ビーム発生源にあっては、図10に示すように、マトリクス状に配列された多数個（例えば $N \times M$ 個）の電子エミッタ部2からの電子ビーム3（黒丸で示す）を使用し、試料5の表面に $N \times M$ に相当する面積の照射領域を形成する構成となっていたため、例えば電子エミッタ部2が1個でも動作不良になると、照射領域に欠陥箇所が発生するといった問題点がある。

【0007】また、多数の電子エミッタ部2と、そのエミッタ部2からの電子ビーム3を収束したり偏向したりする部分（収束電極や偏向電極4等を含む部分；一般に鏡筒部）が一体化されていたため、電子エミッタ部2が1個でも動作不良になると、マルチ電子ビーム発生源全体をそっくり交換しなければならず、維持コストがかか

るといった問題点がある。

【目的】本発明の第1の目的は、電子エミッタ部の数を適正化することにより、欠陥救済を可能にして電子エミッタ部の動作不良に伴う照射領域の欠陥発生を回避することにある。

【0008】また、本発明の第2の目的は、必要最小限度の部品交換で電子エミッタ部の故障に対応でき、維持コストの削減を図ることにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記第1の目的を達成するためその原理図を図1に示すように、多数個の電子エミッタ部10をマトリクス状に配列してマルチ電子ビーム発生源11を構成し、該マルチ電子ビーム発生源11に対向して配置された試料の照射領域12を、前記電子エミッタ部10からのそれぞれの電子ビームで分担して照射する電子ビーム装置において、前記照射領域12の大きさを $N \times M$ とすると、前記マルチ電子ビーム発生源11を構成する電子エミッタ部10の数が $n \times m$ であり、 n 及び m は前記 N 及び M の少なくともそれぞれ2倍以上に相当する値であることを特徴とする。

【0010】また、上記第2の目的を達成するために、前記マルチ電子ビーム発生源を、少なくとも電子エミッタ部を含む第1構造部と、電子エミッタ部からの電子ビームを収束および偏向操作する $N \times M$ 個の鏡筒部を含む第2構造部とに2分し、且つ、第1および第2構造部の相対的な位置関係を変更可能に構成したことを特徴とする。

【0011】

【作用】 $n \times m$ 個の電子エミッタ部の何れか1個が動作不良となった場合には、その動作不良の電子エミッタ部位置に応じてマルチ電子ビーム発生源11（又は試料）を x 、 y 方向に移動させることにより、正常な $N \times M$ 個の電子エミッタ部による領域12の処理が可能になる。

【0012】また、第2構造部に含まれる鏡筒部の数が $N \times M$ 個で照射領域と同一のため、鏡筒部に無駄を生じない。しかも、第1構造部に含まれる電子エミッタ部の故障により、 $N \times M$ の照射領域を確保できなくなった場合には、当該第1構造部のみを交換すればよく、維持コストを削減できる。

【0013】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。図2～図6は本発明の請求項1および請求項2に係る電子ビーム装置の一実施例を示す図である。なお、以下の説明において、 n 、 m 、 N 及び M は整数であり、 n は少なくとも N の2倍以上（すなわち $n \geq 2N$ ）、 m は少なくとも M の2倍以上（すなわち $m \geq 2M$ ）に相当する数である。

【0014】図2において、電子ビーム装置20は、多数個（ $N \times M$ 個）の電子エミッタ部（図9の符号2参

照）をマトリクス状に配列して構成するマルチ電子ビーム発生源21と、電子エミッタ部に必要な各種の電圧（エミッタ電極電圧、ゲート電圧、集束電圧及び偏向電圧等）を発生する複数個（ $N \times M$ 個）の電源回路を含む電源部22と、各電子エミッタ部に設けられた検出器（図9の符号6参照）からの検出信号を処理する複数個（ $N \times M$ 個）の信号処理回路を含む信号処理部23と、マルチプレクサ24を含み、マルチプレクサ24は、所定のアドレス信号に従って、マルチ電子ビーム発生源21からの $n \times m$ 組の電源/信号線 $L a$ のうちの $N \times M$ 組を選択すると共に、選択された電源/信号線 $L a'$ に、電源部22からの $N \times M$ 組の電源線 $L b$ （例えばエミッタ電極電圧用、ゲート電圧用、集束電圧用及び偏向電圧用で1組）と信号処理部23からの $N \times M$ 組の信号線 $L c$ （例えば信号伝達用とコントロール用で1組）を接続する。

【0015】ここで、 $n \times m$ 個の電子エミッタ部のそれぞれに座標（ x 、 y ）を与えたとすると、電源/信号線 $L a$ は、 $L a_{(1,1)}$ から $L a_{(n,m)}$ までの $n \times m$ 組で構成され、そのうちの $N \times M$ 組の $L a$ がマルチプレクサ24によって $L b$ 及び $L c$ に接続される。なお、 $L a$ の各組は、1組づつの $L b$ 及び $L c$ を含む。マルチ電子ビーム発生源21の枠内に記載したハッチング領域21aは、マルチプレクサ24によって選択された $N \times M$ 個の電子エミッタ部（以下、電子エミッタ群）を表しており、この領域21aの面積は、図示しない試料表面の電子ビーム照射領域の面積とほぼ同等である。

【0016】図3は照射領域とマルチ電子ビーム発生源の概念図である。マルチプレクサ24の選択動作によって、電子エミッタ群の位置をずらすことができ、照射領域に対応させることができる。今、図4に示すように、電子エミッタ部の1個（白丸で示す）が動作不良となった場合は、その動作不良の電子エミッタ部の座標位置に応じた好ましい選択アドレス信号をマルチプレクサ24に与えることにより、 $N \times M$ 個の電子エミッタ部で構成される電子エミッタ群の位置（すなわち試料表面における電子ビーム照射領域）を任意にずらすことができる。

【0017】マルチ電子ビーム発生源を構成する電子エミッタ部の面積（ $n \times m$ に相当）は、上記「 $n \geq 2N$ 」及び「 $m \geq 2M$ 」の関係から、少なくとも電子ビーム照射領域の面積（ $N \times M$ に相当）の4倍またはそれ以上にする。このようにしておけば、動作不良の電子エミッタ部の位置に制限されることなく、電子エミッタ群を適正位置に移動して、照射領域の欠陥発生を確実に回避できる。

【0018】図5はマルチプレクサ24によって選択された電子エミッタ群の位置と、照射領域の関係を示す図である。ハッチングの部分が電子エミッタ群の位置である。動作不良の電子エミッタ部を避けながら、電子エミッタ群の位置を適宜にずらすことができる。なお、図示

の照射領域（破線の領域）は、エミッタ群よりも広い面積を有しているが、同一の面積であっても構わない。ちなみに、照射領域が広い場合は、マルチ電子ビームの位置を初期位置（図示の位置）からステップ的に移動させながら、電子ビーム照射を繰り返すことになる。

【0019】また、照射領域を複数の列に分割して、各列ごとステップアンドレピートを繰り返す場合には、図6に示すように、マルチ電子ビーム発生源30を構成する電子エミッタ部31の数を $A \times M'$ 個とし、動作不良の電子エミッタ部を含む電子エミッタ部の列を入れ替

えればよい。ここで、照射領域の大きさを $N \times M$ とするとき、 A は2ないし2以上の数であり、 M' は M と同数または M の整数倍の数である。

【0020】図7、図8は本発明の請求項3、請求項4および請求項5に係る電子ビーム装置の一実施例を示す図である。なお、以下の説明において、請求項1および請求項2に係る電子ビーム装置の一実施例と共通する部分には、同一の符号を付すと共にその説明の重複を避けるものとする。図7は、マルチ電子ビーム発生源の要部

構造図、並びにその駆動系、検出系および制御系の概略ブロック線図である。

【0021】40はマトリクス状のX電極（図示略）を下面に形成する基板、41はそのX電極上に微小ピッチで配列されたシリコンあるいはTa等の金属若しくは6価ホウ素ランタン等からなる多数の微細電極（以下、電子エミッタ部；代表して1つを示す）、42はスペーサ、43は与えられた電極電圧に応じた大きさのビーム電流をもつ電子ビーム44を電子エミッタ部41から引き出す引出し電極（Y電極）としてのゲートである。これらの要素は一体として第1構造部45を構成し、例え

ば図示しないソケットに着脱自在に取り付けられている。第1構造部45には、第1の駆動機構46によって多くの自由度が与えられており、例えば水平の直交2軸（X軸、Y軸）と原点回りの1軸（Z軸）の計3軸、好ましくは、さらにこれらの直交3軸回りの回転の3軸を加えた計6軸の自由度が与えられる。

【0022】47は電極電圧に応じた電界を発生して電子ビーム44を収束させる収束電極、48は電極電圧に応じた電界を発生して電子ビーム44に偏向角を与える偏向電極、49は試料50の表面から放出される反射電子51（または2次電子）を捕捉して電気信号52に変換する検出器である。また、他の電極（陽極53、第1グラウンド電極54および第2グラウンド電極55）は、ゲート43の機能を補助したり、収束電極47との間に電子を収束する電界分布を形成したりするためのもので、これらの他の電極には同一の電位（例えばグラウンド電位）が与えられる。以上の収束電極47、偏向電極48、検出器49および他の電極は、非誘電性かつ絶縁性を有する所定材料56を保持体としていわゆる鏡筒部を形成し、全体で第2構造部57を構成している。この第

2構造部57は、図示しない電子ビーム装置のシャーシまたは構造体に取り付けられ、あるいは、水平の直交2軸（X軸、Y軸）程度の自由度を与えるために、第2の駆動機構58を介して取り付けられている。

【0023】なお、59は検出器49からの電気信号を処理して試料表面の状態を表す観測データ60を生成する信号処理回路、61は試料50を載置したXYステージ（図示略）を駆動する第3の駆動機構、62は第1および第2構造部45、57に与えるための各種電圧を発生すると共に、第1～第3の駆動機構46、58、61に与えるための制御データ63～65を観測データ60に基づいて発生するコントローラである。

【0024】ここで、第1構造部45の電子エミッタ部41の個数は、照射領域の大きさに相当する $N \times M$ 個よりも多い $n \times m$ 個であり、そのうちの $N \times M$ 個が選択的に使用される（図3参照）。但し、 n は少なくとも N の2倍以上の（すなわち $n \geq 2N$ ）、 m は少なくとも M の2倍以上（すなわち $m \geq 2M$ ）に相当する整数である。

【0025】使用中の電子エミッタ部41に故障※が発生した場合には、その故障した電子エミッタ部41を除く $N \times M$ 個の電子エミッタ部41を新たに選択して、障害を復旧するが、電子エミッタ部41の不良個数が増えていくと、正常な電子エミッタ部41だけで $N \times M$ 個の領域を確保できなくなる。※故障の原因は主として電子エミッタ部41の破壊によるものであり、他の構成部品、例えば鏡筒部によるものはきわめてまれにしか起こらない。これは、電子エミッタ部41の形状がイオン衝撃などによって大きく変化しやすく、その変形部分に電界が集中して電界放射電流が増大するため、ジュール熱によって融点を越えるためと考えられている。これに対し、鏡筒部等では電子ビームの電流密度が相当に低いために、溶解を引き起こして使用不能に陥るといった障害はまずめったに起こらない。

【0026】以上のように、本実施例では、故障の確率が最も高い（あるいは寿命が短い）電子エミッタ部41を含む第1構造部45と、ほとんど故障しない鏡筒部を含む第2構造部57とを別体としたので、上述したように正常な電子エミッタ部41だけで $N \times M$ 個の領域を確保できなくなった場合には、必要最小限の部品、すなわち第1構造部45を交換するだけで装置を復旧させることができ、電子ビーム装置の維持コストを削減することができる。

【0027】なお、第1構造部45と第2構造部57とを別体としたことにより、電子ビーム44の軸と鏡筒部の中心軸との正確な位置合わせが必要になる。位置合わせ精度が0.1mm程度であれば、ステッピングモータやDCモータ駆動によるボールネジ方式あるいはV溝ガイド方式でも十分であるが、0.1μm以下の精度を満足するには、STM（走査型トンネル顕微鏡）で実績のある圧電駆動方式を併用するのが効果的である。例えば

図8に示すように、ボールネジ方式あるいはV溝ガイド方式で駆動されるステージ63に、Z軸用の圧電アクチュエータ64を介して第1構造部45を取り付けると共に、同ステージ63に、平行位置出し用の圧電アクチュエータ65を介して第2構造部57を取り付ける。なお、66は第2構造部57を保持するための枠体である。これによれば、0.1mm程度までの位置合わせをステージ64の移動で行うことができ、さらにこれ以下の微細な位置合わせを圧電アクチュエータ64、65によって行うことができる。

【0028】また、位置合わせの評価は、以下のように行うのが望ましい。すなわち、図7の試料50を載置するXYステージ上の任意位置、具体的には、試料50の載置面以外の位置であって、且つ、マルチ電子ビームの照射が可能な位置に、少なくとも $N \times M$ の面積をもつ基準参照面を形成し、この基準参照面からの反射電子または2次電子の量を $N \times M$ 個の検出器49によって検出する。基準参照面が同一材料（例えば反射電子や2次電子の発生効率が高いタンタルなどの重金属膜）で形成され、かつその全面が均一に仕上げられていれば、位置合わせが正確である限り、 $N \times M$ の面積を持つ一様の観測結果が得られるはずである。もし、バラツキが観測されたときは、そのバラツキをなくすように、第1構造部45と第2構造部57との相対的な位置関係を調節すればよい。

【0029】また、電子ビームのスポット径は真円でなければならないが、第1構造部45と第2構造部57を別体としたことによって楕円に変形することが考えられる。電子ビームのスポット径は、試料50を載置するXYステージ上の任意位置に、反射電子または2次電子の発生効率の異なる2種類の材料からなる基準パターンを形成し、その基準パターンを横切るときの検出器49の出力から観測することができる。したがって、楕円から真円への補正は容易に可能である。

【0030】因みに、これら2つの評価方法によれば、位置合わせやスポット径の調節だけでなく、マルチ電子ビームの欠損（すなわち電子エミッタ部41の故障）を簡単に検出できるから、故障状態の自動判定（したがって電子エミッタ部41の自動置換）も可能であり、故障

の度にオペレータの手を煩わすことのない電子ビーム装置を提供できる。

【0031】

【発明の効果】本発明によれば、電子エミッタ部の数を適正化したので、欠陥救済が可能になり、電子エミッタ部の動作不良に伴う照射領域の欠陥発生を回避できる。また、必要最小限度の部品交換で電子エミッタ部の故障に対応でき、維持コストの削減を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

10 【図1】請求項1および請求項2の発明の原理図である。

【図2】請求項1および請求項2の発明に係る一実施例の構成図である。

【図3】請求項1および請求項2の発明に係る一実施例の照射領域と電子エミッタ群の概念図である。

【図4】請求項1および請求項2の発明に係る一実施例の位置をずらした電子エミッタ群を示す図である。

【図5】請求項1および請求項2の発明に係る一実施例の電子エミッタ群の位置と照射領域の関係図である。

20 【図6】請求項1および請求項2の発明に係る列単位にステップアンドレピートを行う場合の好ましい態様図である。

【図7】請求項3、請求項4および請求項5の発明に係るマルチ電子ビーム発生源の要部構造図、並びにその駆動系、検出系および制御系の概略ブロック線図である。

【図8】請求項3、請求項4および請求項5の発明に係る第1構造部と第2構造部の好ましい取り付け構造図である。

30 【図9】従来例のマルチ電子ビーム発生源の断面図である。

【図10】従来例の電子エミッタ部と照射領域の関係図である。

【符号の説明】

10：電子エミッタ部

11：マルチ電子ビーム発生源

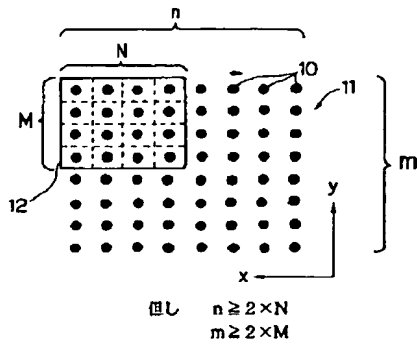
12：照射領域

45：第1構造部

57：第2構造部

【図1】

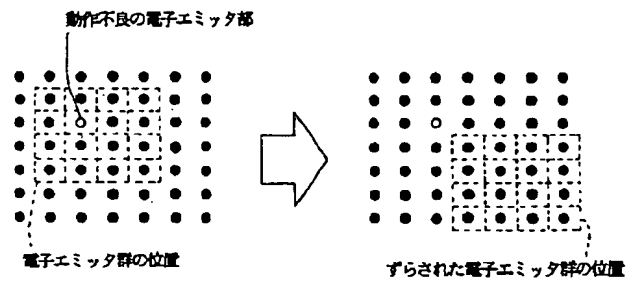
請求項1および請求項2の発明の原理図



10: 電子エミッタ部
11: マルチ電子ビーム発生源
12: 照射領域

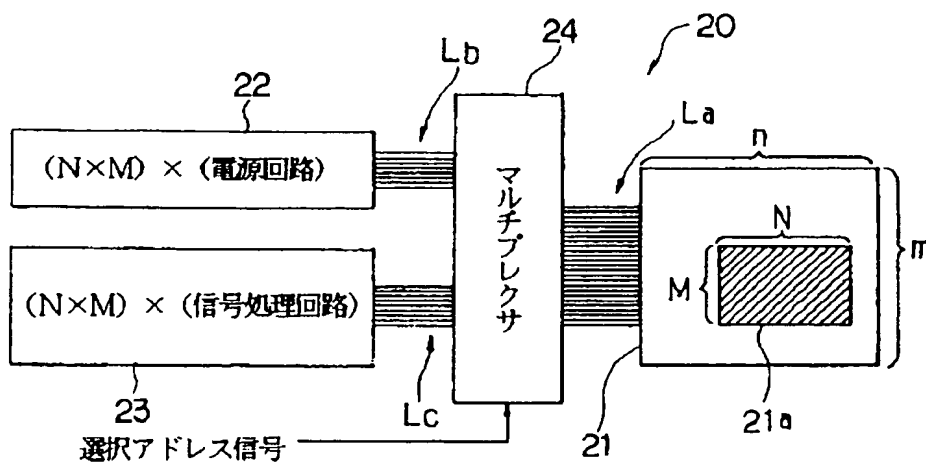
【図4】

請求項1および請求項2の発明に係る一実施例の位置をずらした電子エミッタ群を示す図



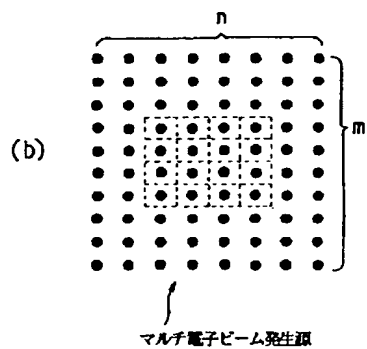
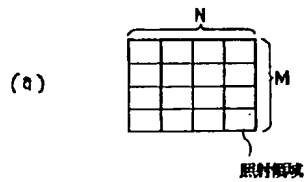
【図2】

請求項1および請求項2の発明に係る一実施例の構成図



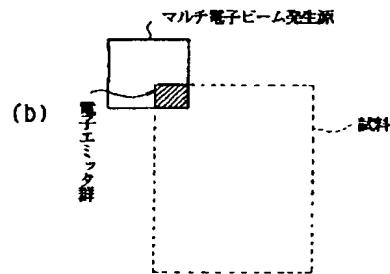
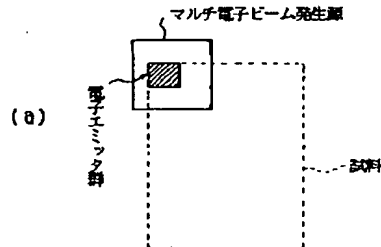
【図3】

請求項1および請求項2の発明に係る一実施例の照射領域と電子エミッタ群の概念図



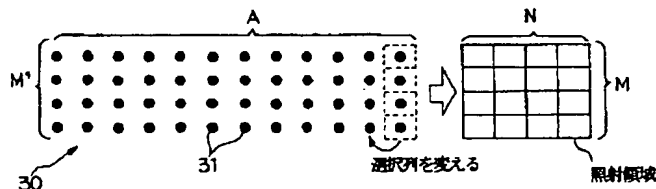
【図5】

請求項1および請求項2の発明に係る一実施例の電子エミッタ群の位置と照射領域の関係図



【図6】

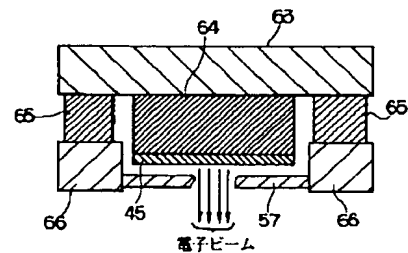
請求項1および請求項2の発明に係る列単位にステップアンドレPEATを行う場合の好ましい態様図



但し、Aは2ないし2以上の数
M'はMと同数またはMの整数倍の数

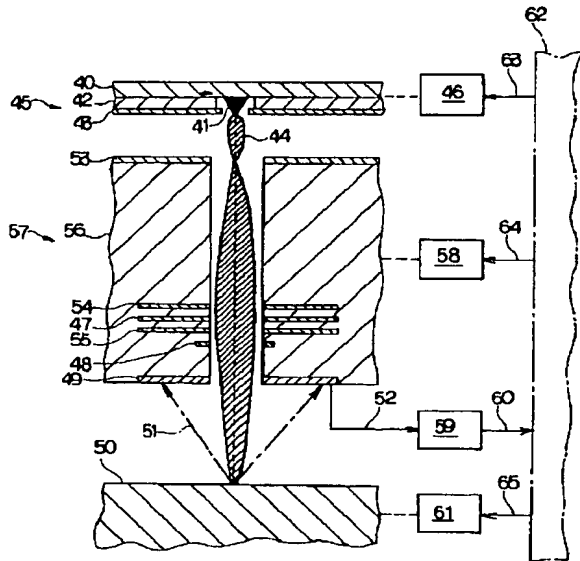
【図8】

請求項3、請求項4および請求項5の発明に係る第1構造部と第2構造部の好ましい取り付け構造図



【図7】

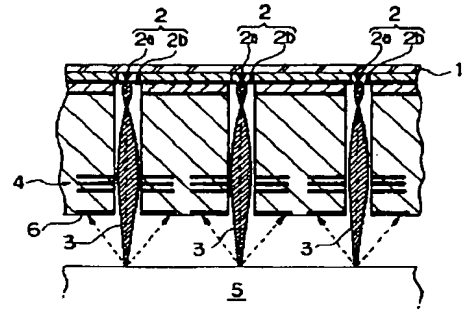
請求項3、請求項4および請求項5の発明に係る
マルチ電子ビーム発生源の要部構造図、並びに
その駆動系、検出系および制御系の概略ブロック線図



45: 第1構造部
57: 第2構造部

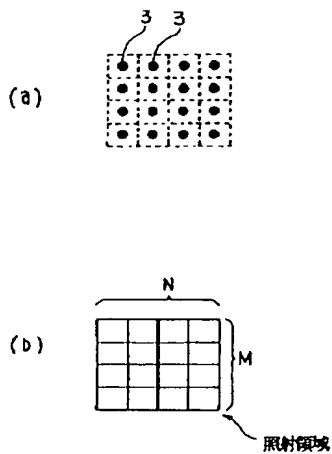
【図9】

従来例のマルチ電子ビーム発生源の断面図



【図10】

従来例の電子エミッタ部と照射領域の関係図



(9)

特開平5-275322

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

H01J 37/305

H01L 21/28

識別記号

片内整理番号

F I

技術表示箇所

9172-5E

7738-4M